



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 46 240 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
H 04 L 12/26

②1 Aktenzeichen: 100 46 240.5  
②2 Anmeldetag: 19. 9. 2000  
④3 Offenlegungstag: 28. 3. 2002

DE 100 46 240 A 1

⑦1 Anmelder:  
Deutsche Telekom AG, 53113 Bonn, DE

⑦2 Erfinder:  
Dörken, Heinrich, 64293 Darmstadt, DE; Mende,  
Joachim, 64295 Darmstadt, DE

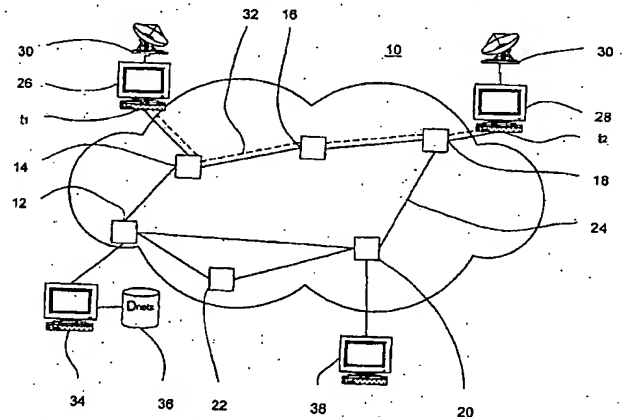
⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 197 46 904 A1  
GB 23 00 789 A  
WO 99 33 232 A2

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤4 Verfahren zur Messung der unidirektionalen Übertragungseigenschaften, wie Paketlaufzeit, Laufzeitschwankungen und der hieraus ableitbaren Ergebnisse, in einem Telekommunikationsnetz

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Messung der unidirektionalen Übertragungseigenschaften, wie Paketlaufzeit ( $D_{\text{netz}}$ ), Laufzeitschwankungen ( $t_{\text{jitter}}$ ) und der hieraus ableitbaren Ergebnisse, in einem Telekommunikationsnetz (10), wie Internet, Intranet oder ähnliches. In dem Telekommunikationsnetz sind mehrere Vermittlungseinrichtungen (12 bis 22) und weitere Einrichtungen (34, 36, 38) über Verbindungsleitungen (24) miteinander verbunden. Zwischen zumindest zwei Messrechnern (26, 28) werden Testpakete von dem ersten Messrechner (26) über eine Messstrecke (32) zu dem zweiten Messrechner (28) übertragen. Der erste Messrechner (26) erfasst den zeitlichen Abgang ( $t_1$ ) des abgehenden Testpakets. Diese Uhrzeit wird mit dem Testpaket übermittelt. Der zweite Messrechner (28) erfasst den zeitlichen Eingang ( $t_2$ ) des Testpakets. Durch Differenzbildung zwischen der Uhrzeit des Abgangs von dem ersten Messrechner (26) und der Uhrzeit des Eingangs in dem zweiten Messrechner (28) wird die Laufzeit ( $D_{\text{netz}}$ ) des Testpakets - Messergebnis - ermittelt. Nach der Erfindung werden die beiden Messrechner (26, 28) für die Ermittlung des Messergebnisses zeitlich synchronisiert, indem durch Satellitensysteme (30), beispielsweise GPS, beiden Messrechnern (26, 28) fortlaufend die Uhrzeit übermittelt wird.



DE 100 46 240 A 1

BEST AVAILABLE COPY

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Messung der unidirektionalen Übertragungseigenschaften, wie Paketlaufzeit, Laufzeitschwankungen und der hieraus ableitbaren Ergebnisse, in einem Telekommunikationsnetz gemäß der im Oberbegriff des Anspruches 1 angegebenen Art, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß dem Anspruch 14.

[0002] Es ist bekannt, Messungen der unidirektionalen Übertragungseigenschaften, wie Paketlaufzeit, Laufzeitschwankungen oder ähnliches, in einem Telekommunikationsnetz, wie Internet, Intranet oder ähnliches, zwischen zumindest zwei Messrechnern durchzuführen. Hierbei werden von einem ersten Messrechner ein Testpaket zu einem anderen zweiten Messrechner übertragen, wobei der erste Messrechner den zeitlichen Abgang des abgehenden Testpaketes erfasst und diese Uhrzeit mit dem Testpaket mit übermittelt und der zweite Messrechner den zeitlichen Eingang des Testpaketes erfasst und durch Differenzbildung zwischen der Uhrzeit des Abgangs von dem ersten Messrechner und der Uhrzeit des Eingangs in dem zweiten Messrechner die Laufzeit des Testpaketes – Messergebnis – ermittelt. Die Uhrzeit des Abgangs von dem ersten Messrechner erkennt der zweite Messrechner aus dem Testpaket, in dem die Information als Zeitmarke enthalten ist.

[0003] Die Zeitmarken können durch verschiedene Verfahren gewonnen werden: vor dem Absenden des Testpaketes ermitteln die Messrechner von einem dritten Rechner über das Telekommunikationsnetz die Uhrzeit. Der dritte Rechner gibt somit die Referenzzeit für die beiden Messrechner vor.

[0004] Problematisch bei diesem Verfahren ist jedoch, dass es zu Zeitschwankungen aufgrund unterschiedlicher Übermittlungszeiten der Uhrzeit an die Messrechner kommt. Die Messergebnisse werden dadurch ungenau und können zur Qualitätsbetrachtung der unidirektionalen Übertragungseigenschaften in einem Telekommunikationsnetz nicht verwendet werden.

[0005] Des Weiteren sind auch die bekannten Umlaufmessungen im Telekommunikationsnetz, also Messung der Paketlaufzeit von dem ersten Messrechner über den zweiten Messrechner und zurück, viel zu ungenau, da eine symmetrische Verbindung zwischen den beiden Messrechnern nicht vorausgesetzt werden kann. Beispielsweise kann die Verbindung von dem ersten Messrechner zu dem zweiten Messrechner einen ersten Weg nehmen und die Verbindung von dem zweiten Messrechner zu dem ersten Messrechner einen zweiten Weg, der ungleich dem ersten Weg ist. Insofern sind auch Aussagen über die Paketlaufzeiten bei diesen Messverfahren für eine Betrachtung der unidirektionalen Übertragungseigenschaften nicht brauchbar, wenn man die Paketlaufzeit der Umlaufmessung durch zwei dividieren würde, um eine unidirektionale Laufzeit zu erhalten.

[0006] Die Realisierung neuer Dienste im Telekommunikationsnetz, insbesondere dem Internet, erfordert aber eine mehr oder weniger garantierte Übertragungsrates, beispielsweise für die Übertragung von Druckaufträgen an Druckereien. Gefordert wird auch eine obere Grenze für Paketverzögerung und Laufzeitschwankung, z. B. für IP-Telefonie und Videokonferenz.

[0007] Das entscheidende Qualitätsmerkmal ist dabei aber die unidirektionale Paketlaufzeit, die daraus ableitbaren Laufzeitschwankungen, die Paketverluste, der Durchsatz und die Erreichbarkeit.

[0008] Hieraus ist es dann möglich, dem Kunden für einen oder mehrere dieser Parameter Maximalwerte für Paketlaufzeiten, Laufzeitschwankungen und Verluste und/oder Mini-

malwerte für den Durchsatz zuzusichern. Zudem muss die Einhaltung dieser Werte vom Dienstanbieter und dem Kunden überprüfbar sein.

[0009] Die unidirektionale Paketlaufzeit entspricht dabei der Differenz zwischen dem Zeitpunkt  $t_1$ , wenn das erste Bit eines Testpaketes von einem ersten Messrechner gesendet wurde, und dem zweiten Zeitpunkt  $t_2$ , wenn das letzte Bit des Testpaketes von dem zweiten Messrechner empfangen wurde. Die Paketlaufzeit  $D_{\text{netz}}$  in einem Telekommunikationsnetz ergibt sich damit zu  $D_{\text{netz}} = t_2 - t_1$ .

[0010] Unter unidirektionalen Laufzeitschwankungen versteht man die Differenzen zwischen den unterschiedlichen Laufzeiten der Testpakete von einem ersten Messrechner – Quelle – zum zweiten Messrechner – Senke. Die Laufzeitschwankung wird immer nur für eine Übertragungsrichtung betrachtet.

[0011] Bei der Definition wird noch folgende Unterscheidung gemacht:

Auf der einen Seite wird von einer definierten Quelle oder einem ersten Messpunkt zu einer definierten Senke oder einem zweiten Messpunkt ein Paar von Testpaketen übertragen. Dann ist die Laufzeitschwankung die Differenz zwischen der gemessenen Laufzeit des zweiten Testpaketes und der gemessenen Laufzeit des ersten Testpaketes des gesendeten Paares von Testpaketen.

[0012] Auf der anderen Seite wird ein Strom von Testpaketen von einer definierten Quelle oder einem ersten Messpunkt zu einer definierten Senke oder einem zweiten Messpunkt übertragen. Ein Paketstrom wird dabei durch logisch aufeinanderfolgende Testpakete gebildet, – numerierte Pakete –, die in einer festen Reihenfolge übertragen werden. Dabei ist die Laufzeitschwankung die Differenz zwischen der gemessenen unidirektionalen Laufzeit eines Testpaketes und der gemessenen Laufzeit des Vorgängerpaketes. Allgemein gilt:

$t_{\text{jitter}} = D_n - D_{n-1}$ .  $D_n$  ist die unidirektionale Laufzeit des Testpaketes  $n$  und  $D_{n-1}$  die Laufzeit des Paketes  $n-1$ .  $t_{\text{jitter}}$  ist dann die Laufzeitschwankung. Das Auftreten der Laufzeitschwankung ist eine unmittelbare Folge von verschiedenen Laufzeiten der Testpakete.

[0013] Unter einem Paketverlust wird verstanden, wenn das erste Bit eines einzelnen Testpaketes, das von einer definierten Quelle zu einer definierten Senke gesendet wird, die Senke nicht erreicht. Von einem Paketverlust spricht man weiterhin, wenn ein Testpaket, das beim Empfänger eintrifft, aber bei dem mindestens ein Bit verfälscht ist, oder ein Testpaket, dessen Laufzeit einen vorbestimmten Zeitraum, beispielsweise 255 Sekunden, überschreitet.

[0014] Betrachtet wird dabei nur eine Übertragungsrichtung. Die Messdaten werden erfasst, indem ein empfangenes Testpaket als "1" zählt, ein Paketverlust als "0". Der Paketverlust wird über ein definiertes Zeitintervall gemessen. Beim Empfänger ist bei der Wahl des Messintervalls die Verzögerung durch Laufzeit zu berücksichtigen.

[0015] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Messung der unidirektionalen Übertragungseigenschaften, wie Paketlaufzeit, Laufzeitschwankungen und der hieraus ableitbaren Ergebnisse in einem Telekommunikationsnetz derart weiterzubilden, dass unter Vermeidung der genannten Nachteile eine präzisere Messung ermöglicht wird.

[0016] Diese Aufgabe wird für das Verfahren durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1 in Verbindung mit seinen Oberbegriffsmerkmalen und für die Vorrichtung durch den Anspruch 14 gelöst.

[0017] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass von entscheidender Bedeutung für die Qualität des Messergebnisses die Qualität der Abstimmung der Uhrzeiten in den

beiden Messrechnern ist.

[0018] Nach der Erfindung werden daher die beiden Messrechner für die Ermittlung des Messergebnisses zeitlich synchronisiert, indem durch Satellitensysteme, beispielsweise GPS (global positioning system), beiden Messrechnern fortlaufend die von mehreren Satelliten gesendete Uhrzeit übermittelt wird. Hierdurch wird auf einfache Weise erreicht, dass beide Messrechner die gleichen Uhrzeiten aufweisen und die durch Differenzbildung ermittelte Zeit zwischen dem Abgang des Testpakets und dem Eingang des Testpakets der tatsächlichen Paketlaufzeit entspricht. Das Satellitensystem dient somit als Zeitgeber für die Messrechner. Diese Zeitmarken können mit einem Fehler von  $\pm 1/2$  Mikrosekunden erzeugt werden.

[0019] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung, wird das Messergebnis, also die Differenz der ersten Zeitmarke – Uhrzeit des Abgangs des Testpaketes vom ersten Messrechner – und der zweiten Zeitmarke – Uhrzeit des Eingangs des Testpakets beim zweiten Messrechner – in einer Datenbank abgelegt. Jeder berechnete Nutzer kann vorzugsweise dann die Messergebnisse von der Datenbank über das Telekommunikationsnetz abfragen. Hierdurch wird gewährleistet, dass die Kunden aber auch die Netzbetreiber jederzeit die Qualität der unidirektionalen Datenübertragung von dem ersten Messrechner zum zweiten Messrechner abfragen können und gegebenenfalls, beispielsweise bei Überschreiten von vorbestimmten Grenzwerten, entsprechende Maßnahmen zur Qualitätssicherung ergreifen können.

[0020] Damit nur berechnete Nutzer die Messergebnisse abfragen können, ist für den berechtigten Nutzer in der Datenbank eine Kennung hinterlegt. Nach Übermittlung der Kennung durch den berechtigten Nutzer wird die Abfrage der Messergebnisse von der Datenbank freigegeben. Auf einfache Weise können hierdurch vorbestimmte Personen definiert werden, die die Messergebnisse abfragen dürfen.

[0021] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung werden von dem zweiten Messrechner die Messergebnisse über das Telekommunikationsnetz zur Datenbank übermittelt. Hierdurch werden die Messergebnisse nicht in dem Messrechner gespeichert, der möglicherweise hierdurch in seinem Messverhalten beeinträchtigt werden könnte.

[0022] Zur Feststellung von Laufzeitschwankungen werden mindestens zwei Testpakete hintereinander von dem ersten Messrechner zu dem zweiten Messrechner gesandt. Die Differenz der Laufzeiten der beiden Testpakete ergibt die Laufzeitschwankung.

[0023] Um ein lückenloses Bild über die Qualität der unidirektionalen Messverbindung von dem ersten Messrechner zu dem zweiten Messrechner zu erhalten, werden fortlaufend Testpakete von dem ersten Messrechner zu dem zweiten Messrechner übermittelt. Damit es zu keinen Messverfälschungen durch Einschwingen der Hard- und Software kommt, variiert der zeitliche Abstand des Abgangs der Testpakete von dem ersten Messrechner.

[0024] Die Information, zu welchen Zeitpunkten kommt es zu welchen Messergebnissen, ist für die Wartung und Aufrechterhaltung des Qualitätsstandards wichtig. Es werden daher den Messergebnissen Datums- und Uhrzeitangaben zugeordnet und diese entsprechend in der Datenbank abgelegt. Hierdurch kann ohne weiteres der Qualitätsverlauf in Abhängigkeit von der Zeit überprüft werden, und auf Grundlage dieser Information können entsprechende Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung ergriffen werden.

[0025] Wie oben dargelegt wurde, wird der Abgang des Testpakets von dem ersten Messrechner mit Senden des ersten Bits eines Testpakets zeitlich festgestellt und dem Testpaket als Zeitmarke  $t_1$  mitgegeben. Der Eingang des Testpa-

kets beim zweiten Messrechner, also wenn das letzte Bit des Testpakets empfangen wurde, wird von dem zweiten Messrechner als zweite Zeitmarke  $t_2$  erfasst. In der Praxis hat sich jedoch gezeigt, dass der Zeitpunkt  $t_1$ , also der Zeitpunkt, an dem das erste Bit von dem ersten Messrechner gesendet wird, eben nicht dieser definierte Zeitpunkt ist, sondern der Zeitpunkt, an dem das Testpaket an die Protokollsoftware, wie Treiber für die Netzwerkkarte und TCP/IP-Stack, übergeben wird, und  $t_2$  nicht der Zeitpunkt ist, an dem das letzte Bit des Testpakets von dem zweiten Messrechner empfangen wird, sondern der Zeitpunkt an dem die Protokoll-Software das Testpaket an das Messprogramm übergibt.

[0026] Wie bei jedem Messgerät, muss auch hier ein Messfehler berücksichtigt werden. Er wird durch zufällige Ereignisse im Betriebssystem, wie z. B. Prozessumschaltzeiten, durch gleichzeitiges Eintreffen von Testpaketen usw., verursacht. Damit ergibt sich für die Berechnung der tatsächlichen Verzögerung eines Testpakets:  $D_{\text{netz}} = t_1 - t_2 - D_{\text{soft}} - \sigma$  mit ( $0 \leq \sigma \leq \sigma_{\text{max}}$ ).

[0027]  $D_{\text{soft}}$  repräsentiert den Anteil, der durch die Zeiten verursacht wird, welche die Protokollsoftware und das Betriebssystem auf der Sende- und Empfangsseite der beiden Messrechner für die Verarbeitung der Testpakete benötigt. Dieser konstante Anteil ist abhängig von der verwendeten Hard- und Software. Es muss für jedes Messgerät ermittelt und dem Messprogramm mitgeteilt werden. Daher wird für jeden Messrechner der rechnerbezogene Zeitanteil ermittelt, welche die Software und das Betriebssystem dieses Messrechners benötigen, um das Testpaket im Messrechner zu handhaben, bis die Ausgangs- oder Empfangszeit festgestellt wird. Der rechnerbezogene Zeitanteil wird von der ermittelten Laufzeit abgezogen und das Ergebnis entspricht der wahren Laufzeit, wobei dann die wahre Laufzeit das Messergebnis bildet. Der verbleibende Messfehler  $\sigma$  liegt im Bereich von 0 bis  $\sigma_{\text{max}}$ .

[0028] Für die Generierung der Zeitmarken, also der Uhrzeit der Ein- und Ausgänge der Testpakete, sind in den Messrechnern GPS-Karten installiert. In den Messrechnern ist ein Messprogramm implementiert. Das Messprogramm auf den Messrechnern hat jedoch keine eigene Bedienoberfläche, um die Messgenauigkeit der Messrechner nicht negativ zu beeinflussen. Die Messdaten werden nicht lokal auf den Messrechnern abgespeichert, da auch Festplattenzugriffe Einfluss auf die Prozessorlast und damit auf die Messgenauigkeit haben. Das Messprogramm verhält sich passiv, d. h. die Einrichtung der Messverbindungen, das Übertragen der Messdaten und der Status der Messrechner geschieht nur auf Anforderung durch einen separat vorgesehenen Steuerrechner.

[0029] Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist daher ein Steuerrechner vorgesehen, der über das Telekommunikationsnetz die Messrechner für die Ermittlung des Messergebnisses steuert, wie Einrichten der Messverbindungen, Veranlassen der Übertragung des Messergebnisses in die Datenbank, Ermittlung des Status der Messrechner und ähnliches.

[0030] Damit es nicht zu Verfälschungen der Messergebnisse kommt, werden während der Übertragung von Daten von einem Messrechner zum Steuerrechner keine Testpakete erfasst.

[0031] Um auch weitere Qualitätsmerkmale zu überprüfen, werden neben der Laufzeit und den Laufzeitschwankungen auch die Verluste bei der Übertragung der Testpakete durch die Messrechner ermittelt und entsprechend als Messergebnis in der Datenbank abgelegt.

[0032] Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung zur Messung der unidirektionalen Übertragungseigenschaften, wie Paketlauf-

zeit, Laufzeitschwankungen oder ähnliches, in einem Telekommunikationsnetz ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung in Verbindung mit dem in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel.

[0033] Die Erfindung wird im folgenden anhand des in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher beschrieben. In der Beschreibung, in den Patentansprüchen, der Zusammenfassung und in der Zeichnung werden die in der hinten angeführten Liste der Bezugszeichen verwendeten Begriffe und zugeordneten Bezugszeichen verwendet.

[0034] In der Zeichnung bedeutet

[0035] Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Telekommunikationsnetzes mit zwei Messrechnern zur Durchführung des Verfahrens nach der Erfindung.

[0036] In Fig. 1 ist schematisch ein Telekommunikationsnetz 10 dargestellt, das aus mehreren Vermittlungseinrichtungen 12 bis 22 besteht, die über Verbindungsleitungen 24 miteinander verbunden sind.

[0037] Die Vermittlungseinrichtung 14 ist einem ersten Messrechner 26 und die Vermittlungseinrichtung 18 einem zweiten Messrechner 28 zugeordnet. In jedem Messrechner 26, 28 ist ein Messprogramm zur Messung der unidirektionalen Übertragungseigenschaften installiert.

[0038] Jeder Messrechner 26, 28 ist mit einer GPS-Antenne (global positioning system) verbunden und mit einer GPS-Karte zur Verarbeitung der über die GPS-Antenne empfangenen Daten versehen. GPS-Antenne und GPS-Karte bilden zusammen die GPS-Einheit 30.

[0039] Die Verbindung 24 zwischen dem ersten Messrechner 26, der Vermittlungseinrichtung 14, der Vermittlungseinrichtung 16, der Vermittlungseinrichtung 18 und dem zweiten Messrechner 28 bildet die Messstrecke 32, die strichliert gekennzeichnet ist.

[0040] Der Vermittlungseinrichtung 12 ist ein Steuerrechner 34 zugeordnet. Der Steuerrechner 34 wirkt mit einer Datenbank 36 zusammen.

[0041] Der Vermittlungseinrichtung 20 ist über die Verbindungsleitung 24 ein weiterer Rechner 38 zugeordnet, der im folgenden als Arbeitsstation bezeichnet wird.

[0042] Bei dem Telekommunikationsnetz 10 handelt es sich beispielsweise um das Internet.

[0043] Ziel der Messanordnung ist es, zunächst einmal die Paketlaufzeit von dem ersten Messrechner 26 über die Messstrecke 32 zu dem zweiten Messrechner 28 zu ermitteln. Es handelt sich somit um eine unidirektionale Messverbindung, bei der einzelne Testpakete von dem ersten Messrechner 26 zu dem zweiten Messrechner 28 gesendet werden.

[0044] Auf der Messstrecke 32 werden nun von dem ersten Messrechner 26 Testpakete mit einer konstanten oder exponentiellen zeitlichen Verteilung zum zweiten Messrechner 28 gesendet. Die Testpakete werden dabei mit Hilfe des User Datagram Protocols (UDP) verschickt. Dies ist ein verbindungsloses Internet-Transportprotokoll, das auf IP aufsetzt. Die Testpakete enthalten u. a. Zeitmarken und Sequenznummern.

[0045] Um die unidirektionale Laufzeit mit ausreichender Genauigkeit messen zu können, werden die Zeitmarken von der GPS-Einheit 30 generiert. Damit können die Zeitmarken mit einem Fehler von  $\pm 1/2$  Mikrosekunden erzeugt werden. Hierbei wird die Zeitmarke vom ersten Messrechner 26 gesetzt, wenn das erste Bit eines Testpakets gesendet wurde. Dies entspricht dem Zeitpunkt  $t_1$ .

[0046] Damit die GPS-Einheiten 30 die exakte Zeit ermitteln können, muss jede GPS-Einheit 30 Signale von mehreren Satelliten (maximal sechs) empfangen. Sinkt die Anzahl der empfangbaren Satelliten z. B. aufgrund einer ungünstigen Wetterlage für längere Zeit auf 1 ab, so wird die interne

Uhr nicht synchronisiert. Der erste Messrechner 26 unterbricht in diesem Fall das Senden der Testpakete und generiert eine entsprechende Fehler-/Statusmeldung an den Steuerrechner 34.

[0047] Wie jedes Messgerät muss auch dieses Messsystem kalibriert werden. Kalibrierung bedeutet in diesem Fall die Ermittlung des konstanten Anteils  $D_{\text{soft}}$ . Hierfür sendet jeder Messrechner 26, 28 nach dem Start seines Messprogramms Testpakete an seine eigene IP-Adresse. Diese Testpakete durchlaufen zweimal den TCP/IP-Stack. Die ermittelte minimale Laufzeit entspricht der doppelten Durchlaufzeit durch den TCP/IP-Stack. Der durch zwei dividierte Wert ist der Kalibrierungswert für diesen Messrechner 26, 28. Für eine Verbindung zwischen dem ersten Messrechner 26 und dem zweiten Messrechner 28 ergibt sich damit für  $D_{\text{soft}}$ :

$$D_{\text{soft}} = CV_{\text{src}} + CV_{\text{dest}},$$

wobei CV der Kalibrierungswert ist und src für Quelle und somit für den ersten Messrechner 26 und dest für Senke und somit für den zweiten Messrechner 28 steht.

[0048] Das Testpaket wird nun über die Messstrecke 32, also über die Verbindungsleitung 24, die Vermittlungsstelle 14, die Vermittlungsstelle 16 und die Vermittlungsstelle 18 zum zweiten Messrechner 28 gesendet. Wenn das letzte Bit des Testpakets beim zweiten Messrechner empfangen wurde, wird die zweite Zeitmarke erfasst. Dies entspricht dem Zeitpunkt  $t_2$ . Die zweite Zeitmarke  $t_2$  wird von dem zweiten Messrechner 28 ebenfalls durch eine GPS-Einheit 30 generiert.

[0049] Aus  $t_1$  und  $t_2$  wird nunmehr unter Berücksichtigung eines rechnerbezogenen Zeitanteils  $D_{\text{soft}}$  die Paketlaufzeit  $D_{\text{netz}}$  entsprechend der Formel  $D_{\text{netz}} = t_1 - t_2 - D_{\text{soft}} \cdot \sigma$  berechnet und dieser Wert als Messergebnis dem Steuerrechner 34 übermittelt und in der Datenbank 36 abgelegt. Über den Monitor des Steuerrechners 34 sind die Ergebnisse fortlaufend online darstellbar.

[0050] Um unidirektionale Laufzeitschwankungen feststellen zu können, werden fortlaufend Testpakete von dem ersten Messrechner 26 zu dem zweiten Messrechner 28 in der eben beschriebenen Art und Weise gesendet. Die Laufzeitschwankung ist dabei die Differenz zwischen der gemessenen unidirektionalen Laufzeit eines Testpakets und der gemessenen Laufzeit des vorhergehenden Testpakets, sodass sich folgende Formel ergibt:  $t_{\text{jitter}} = D_n - D_{n-1}$ , wobei  $D_n$  die unidirektionale Laufzeit des Testpakets n und  $D_{n-1}$  die Laufzeit des Paketes n-1 ist und  $t_{\text{jitter}}$  die Laufzeitschwankung.

[0051] Zudem können noch über die Messrechner 26, 28 und über den Steuerrechner 34 Paketverluste ermittelt und dargestellt werden.

[0052] Damit nun jeder berechnete Nutzer die Möglichkeit hat, die Qualität der Verbindung von dem ersten Messrechner 26 zu dem zweiten Messrechner 28 abzufragen, kann er dies beispielsweise von seiner Arbeitsstation 38. Er wählt sich hierfür über das Internet in die Datenbank 36 ein, übermittelt seine Kennung und, bei Übereinstimmen der Kennung, kann er die Daten, wie Paketlaufzeit, Laufzeitschwankung, Paketverluste oder ähnliches, abfragen. Das Messergebnis in der Datenbank enthält dabei das Erstellungsdatum, den Namen des ersten Messrechners, die IP-Adresse des ersten Messrechners, den Namen des zweiten Messrechners, die IP-Adresse des zweiten Messrechners sowie die Portnummer. Das Format der Messwertdateien sieht dabei wie folgt aus:

Status-Zeitstempel-Paketlaufzeit-Sequenznummer-Paketlänge-TOS.

[0053] Der Status gibt an, ob der Zeitstempel und der Wert

für die Paketlaufzeit gültig sind. Ist der Statuswert ungleich 0, so sind nur die Werte Sequenznummer, die für die Verlustberechnung erforderlich ist, die Paketlänge und TOS gültig. Der Zeitstempel gibt den Zeitpunkt an, an dem das Testpaket von dem zweiten Messrechner 28 an den Steuerrechner 34 abgesendet wurde.

[0054] Pro Messverbindung mit einem mittleren Paketabstand von einer Sekunde muss bei einer Datenlänge von ca. 50 Byte mit einem Datenvolumen von etwa 4,3 Megabyte pro Tag gerechnet werden.

[0055] Die Erfindung zeichnet sich durch die einfache Möglichkeit aus, über die Synchronisation die Uhren der beiden Messrechner 26, 28 eine ausreichend genaue Messung zur Erfassung der Paketlaufzeit, der Laufzeitschwankungen und ähnliches durchzuführen.

#### Bezugszeichenliste

10	Telekommunikationsnetz	
12	Vermittlungseinrichtung	
14	Vermittlungseinrichtung	20
16	Vermittlungseinrichtung	
18	Vermittlungseinrichtung	
20	Vermittlungseinrichtung	
22	Vermittlungseinrichtung	25
24	Verbindungsleitung	
26	erster Messrechner	
28	zweiter Messrechner	
30	GPS-Einheit	
32	Messstrecke	30
34	Steuerrechner	
36	Datenbank	
38	weiterer Rechner, Arbeitsstation	
$D_{\text{netz}}$	Paketlaufzeit	
$D_{\text{soft}}$	rechnerbezogener Zeitanteil – insgesamt	35
$t_{\text{jitter}}$	Laufzeitschwankung	
$t_1$	Zeitmarke des Abgangs des Testpakets	
$t_2$	Zeitmarke des Eingangs des Testpakets	
$\sigma$	Messfehler	
$CV_{\text{src}}$	rechnerbezogener Zeitanteil – erster Messrechner	40
$CV_{\text{dest}}$	rechnerbezogener Zeitanteil – zweiter Messrechner	

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Messung der unidirektionalen Übertragungseigenschaften, wie Paketlaufzeit ( $D_{\text{netz}}$ ), Laufzeitschwankungen ( $t_{\text{jitter}}$ ) und der hieraus ableitbaren Ergebnisse, in einem Telekommunikationsnetz (10), wie Internet, Intranet oder ähnliches, zwischen zumindest zwei Messrechnern (26, 28), bei dem Testpakete von einem ersten Messrechner (26) zu einem anderen zweiten Messrechner (28) übertragen werden, der erste Messrechner (26) den zeitlichen Abgang ( $t_1$ ) des abgehenden Testpakets erfasst und diese Uhrzeit mit dem Testpaket mit übermitteln und der zweite Messrechner (28) den zeitlichen Eingang ( $t_2$ ) des Testpakets erfasst und durch Differenzbildung zwischen der Uhrzeit des Abgangs von dem ersten Messrechner (26) und der Uhrzeit des Eingangs in dem zweiten Messrechner (28) die Laufzeit ( $D_{\text{netz}}$ ) des Testpakets – Messergebnis – ermittelt, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Messrechner (26, 28) für die Ermittlung des Messergebnisses zeitlich synchronisiert werden, indem durch Satellitensysteme (30), beispielsweise GPS (global positioning system), beiden Messrechnern (26, 28) fortlaufend die von mehreren Satelliten gesendete Uhrzeit übermitteln wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekenn-

zeichnet, dass das Messergebnis in einer Datenbank (36) abgelegt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass jeder, insbesondere berechnete, Nutzer die Messergebnisse von der Datenbank (36) über das Telekommunikationsnetz (10) abfragen kann.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass für den berechtigten Nutzer in der Datenbank (36) eine Kennung hinterlegt ist und nach Übermittlung der Kennung durch den berechtigten Nutzer die Abfrage der Messergebnisse von der Datenbank (36) freigegeben wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass von dem zweiten Messrechner (28) die Messergebnisse über das Telekommunikationsnetz (10) zur Datenbank (36) übermittelt werden.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Feststellung von Laufzeitschwankungen ( $t_{\text{jitter}}$ ) mindestens zwei Testpakete hintereinander von dem ersten Messrechner (26) zu dem zweiten Messrechner (28) gesandt werden.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass fortlaufend Testpakete von dem ersten Messrechner (26) zu dem zweiten Messrechner (28) übermitteln werden, wobei insbesondere der zeitliche Abstand des Abgangs der Testpakete von dem ersten Messrechner variiert.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass den Messergebnissen Datums- und Uhrzeitangaben zugeordnet und diese entsprechend in der Datenbank (36) abgelegt werden, sodass erkennbar ist, zu welchen Zeitpunkten es zu welchen Messergebnissen kam.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für jeden Messrechner (26, 28) der rechnerbezogene Zeitanteil ( $D_{\text{soft}}$ ,  $CV_{\text{src}}$ ,  $CV_{\text{dest}}$ ) ermittelt wird, welche die Software und das Betriebssystem dieses Messrechners (26; 28) benötigt, um das Testpaket im Messrechner (26, 28) zu handhaben, bis die Ausgangs- oder Empfangszeit festgestellt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der rechnerbezogene Zeitanteil ( $D_{\text{soft}}$ ) von der Laufzeit abgezogen wird und das Ergebnis der wahren Laufzeit ( $D_{\text{netz}}$ ) entspricht, wobei dann die wahre Laufzeit ( $D_{\text{netz}}$ ) das Messergebnis bildet.

11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Steuerrechner (34) vorgesehen ist, der über das Telekommunikationsnetz (10) die Messrechner (26, 28) für die Ermittlung des Messergebnisses steuert, wie Einrichten der Messverbindungen, Veranlassen der Übertragung der Messergebnisse in die Datenbank (36), Ermittlung des Status der Messrechner (26, 28) und ähnliches.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass während der Übertragung von Daten von einem Messrechner (26, 28) zum Steuerrechner (34) keine Testpakete erfasst werden.

13. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass neben der Laufzeit ( $D_{\text{netz}}$ ) und den Laufzeitschwankungen ( $t_{\text{jitter}}$ ) auch die Verluste bei der Übertragung der Testpakete ermittelt und entsprechend als Messergebnis in der Datenbank (36) abgelegt werden.

14. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

nach einem der vorangehenden Ansprüche.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

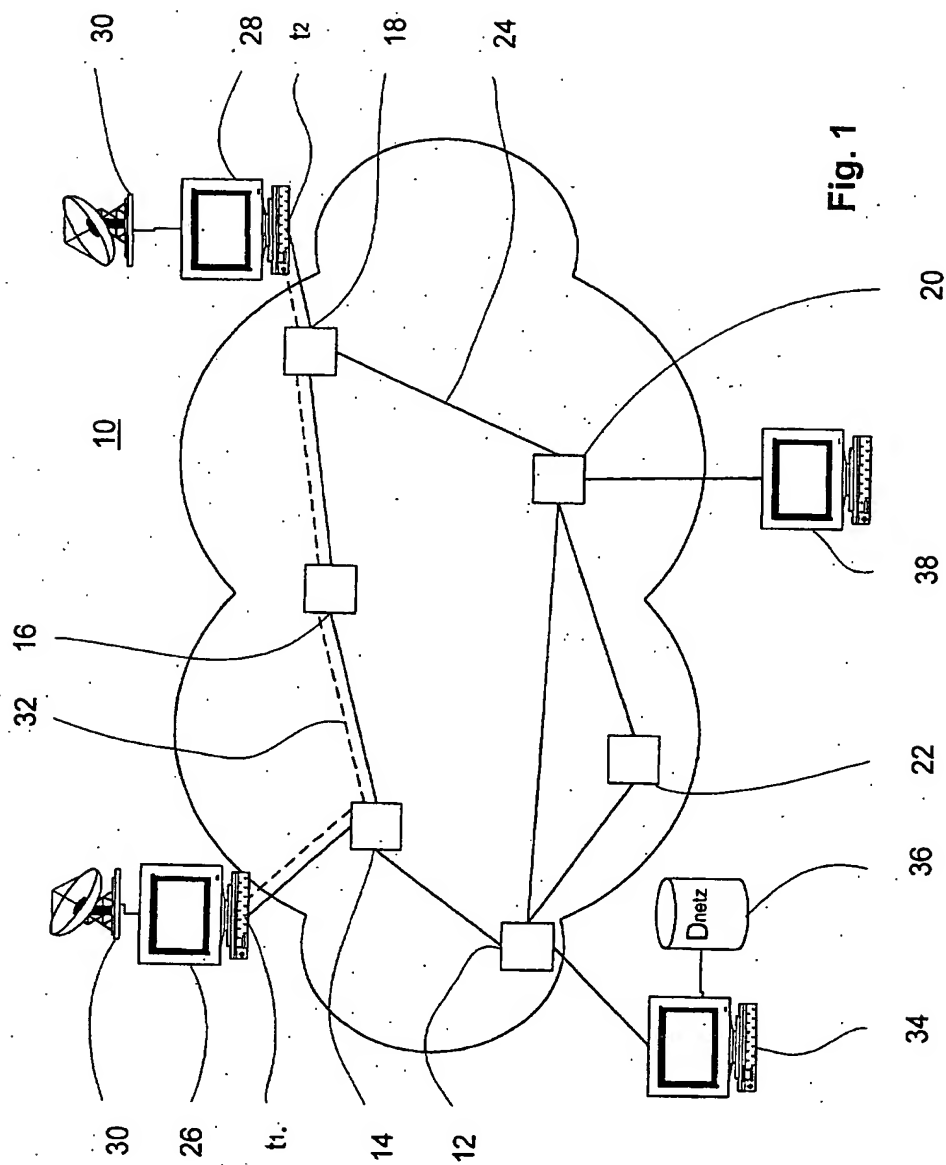
50

55

60

65

- Leerseite -



BEST AVAILABLE COPY



## Method for measuring the unidirectional transmission properties such as packet transmission time and transmission time fluctuations in a telecommunication network

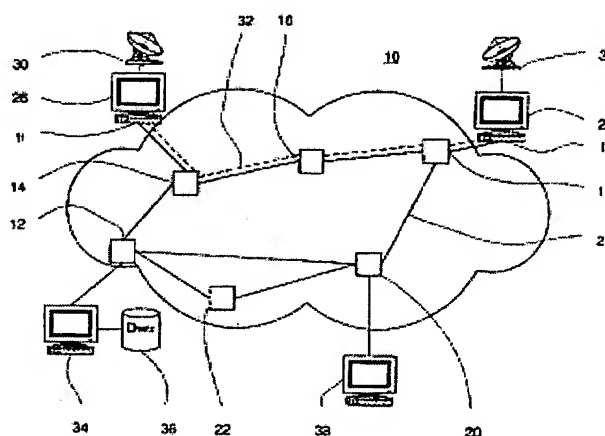
**Patent number:** DE10046240  
**Publication date:** 2002-03-28  
**Inventor:** MENDE JOACHIM (DE); DOERKEN HEINRICH (DE)  
**Applicant:** DEUTSCHE TELEKOM AG (DE)  
**Classification:**  
- **International:** H04L12/26  
- **European:** G04G7/00, H04L29/06  
**Application number:** DE20001046240 20000919  
**Priority number(s):** DE20001046240 20000919

**Also published as:**

WO0225821 (A3)  
WO0225821 (A3)  
WO0225821 (A2)  
US2004024550 (A1)

**Abstract of DE10046240**

The method measures unidirectional transmission characteristics in a telecommunication network such as the Internet, Intranet or the like between two measuring computers (26,28). Test packets are transmitted from a first computer (26) to another computer (28). The first computer determines the time of the outgoing packet and this time is transmitted with the test packet. The second computer detects the arrival time of the test packet. By calculating the difference between the start time and the arrival time of the test packet, the transmission time is determined. The two computers are synchronized in time, wherein, using satellite systems esp. GPS, the time transmitted from several satellites is continually transmitted to both computers. Independent claims also cover an apparatus for carrying out the method.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**BEST AVAILABLE COPY**